

ОЦЕНКА ВЕНТИЛЯЦИОННОГО РАСЧЕТА ВНУТРЕННЕГО ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ТРАКТА СИНХРОННОГО ДИЗЕЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА ЗАКРЫТОГО ТИПА СГ-60 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА ANSYS CFX

С развитием малой энергетики в России встает потребность в разработке дизель–генераторных установок малой мощности, способных работать в различных чрезвычайных ситуациях и в экстремальных климатических условиях, в том числе в пожароопасных условиях при ремонтах газо- и нефтепроводов, требующих высокую степень надежности энергоснабжения. Для работы в таких условиях целесообразно иметь закрытое исполнение генератора с совмещенным multifunctional бесщеточным возбудителем [1], не требующим дополнительного источника питания для начального возбуждения генератора.

На кафедре электрических машин УГТУ – УПИ на базе дизельных генераторов защищенного исполнения разрабатываются конструкции генераторов малой и средней мощности закрытого исполнения при условии сохранения оси вращения. С этой целью было предложено применить следующие меры для интенсификации охлаждения (рисунок 1) [2]:

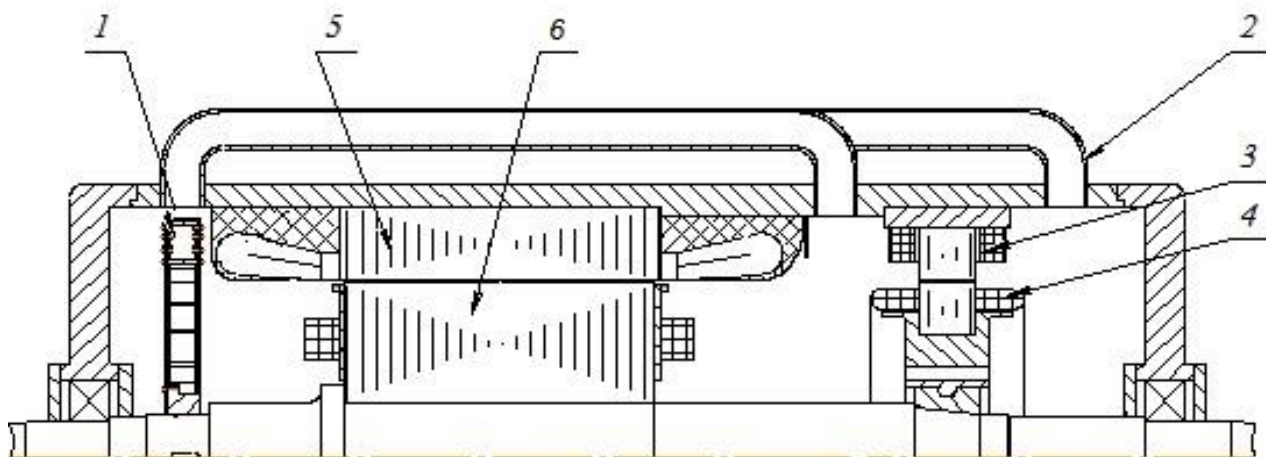


Рисунок 1 – Конструктивная схема дизельного генератора закрытого исполнения:

- 1 – центробежный вентилятор; 2 – труба охлаждения; 3 – индуктор СМБВ;
- 4 – якорь СМБВ; 5 – статор генератора; 6 – индуктор генератора

1. Замена ребер на станине и осевых каналов между станиной и сердечником статора на охлаждающие трубы, выведенные во внешний контур вентиляции.
2. Введение аксиальных каналов в сердечнике ротора.
3. Применение пропиточных компаундов с добавлением высокотеплопроводящих порошковых материалов на основе нитрида алюминия, обладающими высокими электроизоляционными свойствами.
4. Капсулирование полости лобовых частей обмотки статора эпоксидными компаундами с теплопроводящими наполнителями.

Для оценки эффективности предложенных изменений конструкции проведены вентиляционный и тепловой расчеты, которые подтвердили, что перегрев обмоток генератора дизельного генератора мощностью 60 кВт не превышает допустимых значений для класса изоляции Н. Тепловые расчеты были выполнены по методу эквивалентных тепловых схем, дающий вполне удовлетворительные результаты по сравнению с данными тепловых испытаний для конструкций, аналогичных конструкциям синхронных генераторов малой и средней мощности [3].

Вентиляционный расчет внутреннего контура вентиляции был выполнен на основе классического метода эквивалентных гидравлических схем. Были рассчитаны гидравлические сопротивления участков вентиляционного тракта, геометрические размеры центробежного вентилятора с радиальными лопатками по методике А.Е. Алексеева [4] и определены параметры номинального режима работы вентилятора и вентиляционного тракта. Расход воздуха составил 0,098 м³/с при развиваемом давлении вентилятора 160 Па. В связи с тем, что в технической литературе не приводятся методики для расчета внутреннего контура вентиляции принятой конструкции дизельного синхронного генератора, то на стадии предпроектных исследований целесообразно выполнить оценку разработанной методики с использованием пакета Ansys.

Поверочный расчет внутреннего контура вентиляции был выполнен методом конечных объемов с помощью инструмента Ansys CFX (рисунок 2,3). В условиях замкнутости расчетного контура необходимость в задании граничных условий отсутствует, поэтому для правильной постановки задачи было достаточно задать угловую скорость вращающегося домена расчетной сетки.

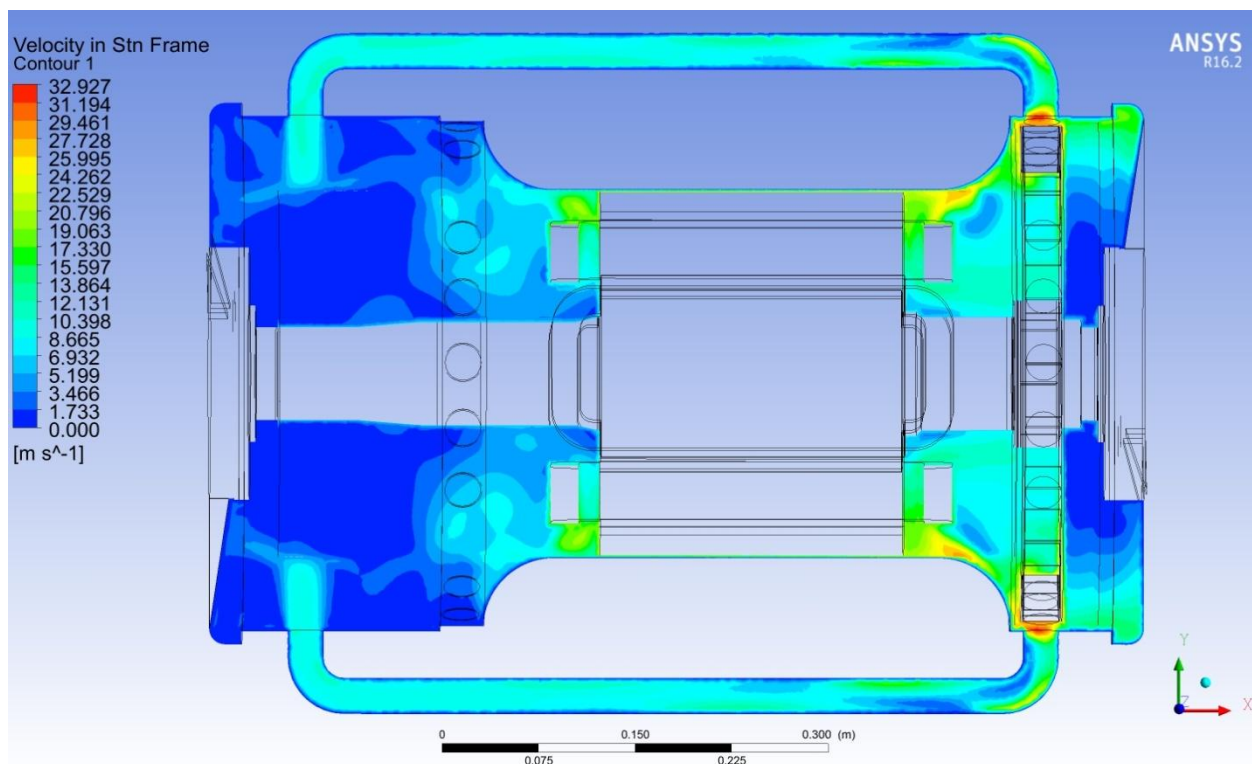


Рисунок 2 – Контуры распределения абсолютной скорости воздуха внутреннего контура в продольном сечении генератора.

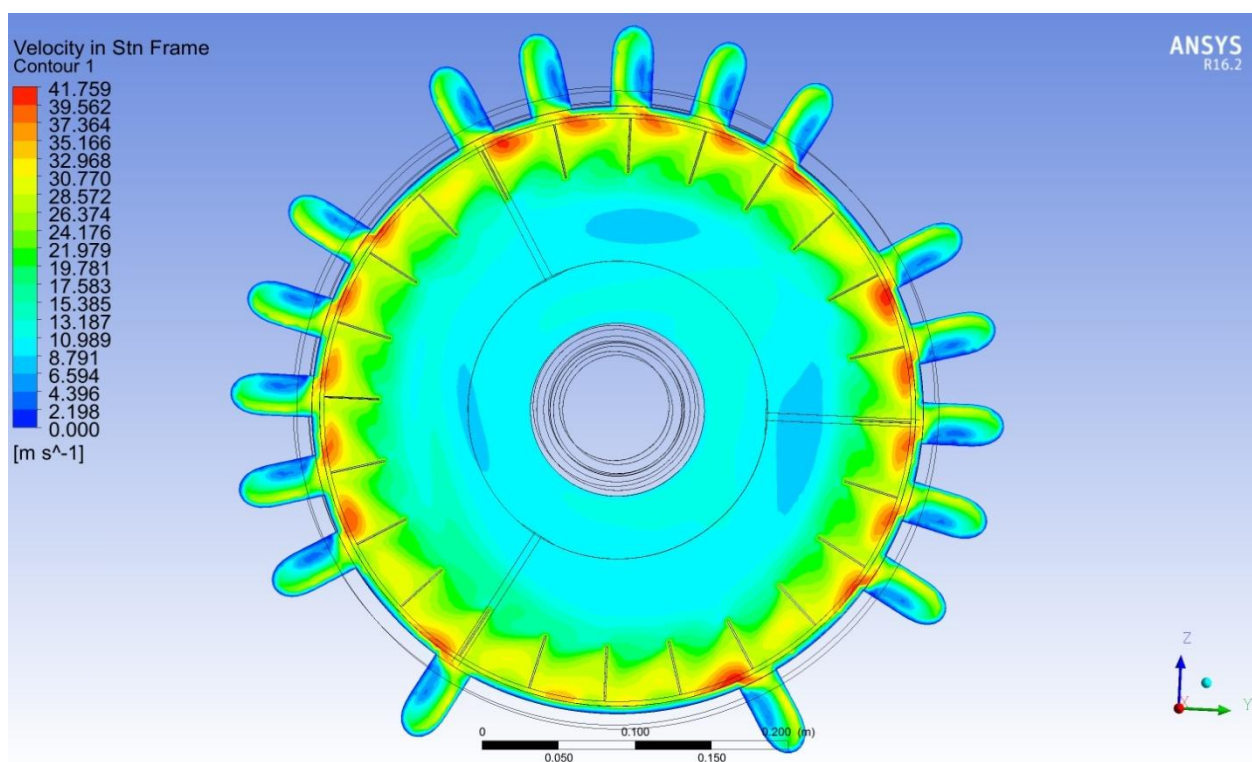


Рисунок 3 – Контуры распределения абсолютной скорости воздуха внутреннего контура в поперечном сечении внутреннего вентилятора.

В качестве модели турбулентности была выбрана модель Shear Stress Transport, как наиболее подходящая для данных условий, в которых присутствуют как пристеночная составляющая турбулентности, так и турбулентность свободных потоков. Полный объемный расход вентиляционного тракта был определен по суммарному массовому расходу в сечении охлаждающих трубок, поделенному на плотность воздуха, и составил $0,101 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таким образом, погрешность разработанной методики расчета внутреннего контура вентиляции на основе классического аналитического метода составила 3%, что позволяет с уверенностью говорить о достаточно точности и применимости ее для быстрого подбора основного круга параметров вентиляционного тракта при его оптимизации по сравнению с затратными по времени численными методами на основе пакета Ansys. Данный пакет целесообразно использовать для оценки методик расчета вентиляционного тракта при разработке головных опытно – промышленных образцов новых конструкций электрических машин.

Список использованных источников

1. Пластун А.Т., Денисенко В.И., Карташов В.Т., Гольдин Р.Г., Гольмаков Ю.И., Коренцвит Ф.Р., Шелепов А.С. Синхронная машина с совмещенным многофункциональным бесщеточным возбудителем // Патент России №9403168. 1997. Бюл. №31.
2. Кычанов М.В. Особенности конструкции и вентиляционной системы генераторов закрытого исполнения с применением наноструктурированных изоляционных материалов / М.В. Кычанов, А.Н. Мойсейченков, В.И. Денисенко, А.Т. Пластун, Т.С. Атаев // Эффективное и качественное снабжение и использование электроэнергии: сборник докладов 3-ей Международной конференции в рамках выставки «Энергосбережение, отопление, вентиляция, водоснабжение» (Екатеринбург, 15-17 мая 2013 г.). - Екатеринбург: УрФУ, 2013. С. 179-182. ISBN 9785321022849.
3. Борисенко А.И. Охлаждение промышленных электрических машин / А.И. Борисенко, О.Н. Костиков, А.И. Яковлев. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 296 с.
4. Сипайлов Г.А. Тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты в электрических машинах: Учеб. для вузов по спец. “Электромеханика” / Г.А. Сипайлов, Д.И. Санников, В.А. Жадан. – М.: Высш.шк., 1989. – 67 с.